

المركز الوطني للتقويم والامتحانات

مباراة توظيف أساتذة التعليم الثانوي
الأطر النظامية للأكاديميات
دورة نونبر 2022
الموضوع



الاختبار	اختبار في مادة أو مواد التخصص
التخصص	الفيزياء والكيمياء

مدة الإنجاز :	أربع ساعات
المعامل	10

Consignes et instructions importantes

1. L'épreuve comporte **60 questions** de la question **Q1** à la question **Q60**
2. Chaque question comporte 4 choix de réponses **(A, B, C, D)** dont une seule réponse est juste ;
3. Chaque candidat(e) n'a le droit d'utiliser qu'une **seule feuille réponse. Il est impossible de remplacer la feuille réponse initiale du candidat(e) par une autre ;**
4. Avec un stylo à bille **(bleu ou noir)** cochez **sur la feuille réponse** **à l'intérieur** de la case correspondante à chaque réponse juste de la manière suivante : ☒ ou remplissez cette case de la manière suivante : ■ ;
5. La rature ou l'utilisation du **Blanco** sur la feuille réponse sont strictement **INTERDITES ;**
6. **L'usage de la calculatrice scientifique non programmable est autorisé ;**
7. la possession des téléphones mobiles, de tout appareil électronique intelligent et des documents papiers est strictement **INTERDITE** dans la salle de passation ;
8. Toute réponse ne respectant pas les règles citées ci-dessus sera rejetée ;
9. Les questions seront notées selon une pondération allant d'un **(1) point** à **trois (3) points ;**
10. Chaque réponse incorrecte sera notée par zéro (0).

Chimie (40 points)

Atomistique, liaisons chimiques et cristallographie (8 points)

Partie I : Atomistique et liaison chimique

Q1	**Les nombres quantiques de l'électron célibataire d'un atome ont pour valeur :** $n=4$; $\ell=2$; $m_\ell=+2$; $m_s=+\frac{1}{2}$. **Le numéro atomique de cet élément chimique est :**
A	$Z=11$
B	$Z=21$
C	$Z=39$
D	$Z=45$

Q2	**Parmi ces affirmations, laquelle est correcte ?**
A	Les halogènes sont des réducteurs
B	Les alcalins forment facilement des oxydes
C	Les alcalino-terreux captent facilement des électrons au cours des réactions chimiques
D	Les métaux de transition ont tous la même structure électronique de valence

Q3 Pour la même molécule, laquelle des affirmations suivantes est correcte ?

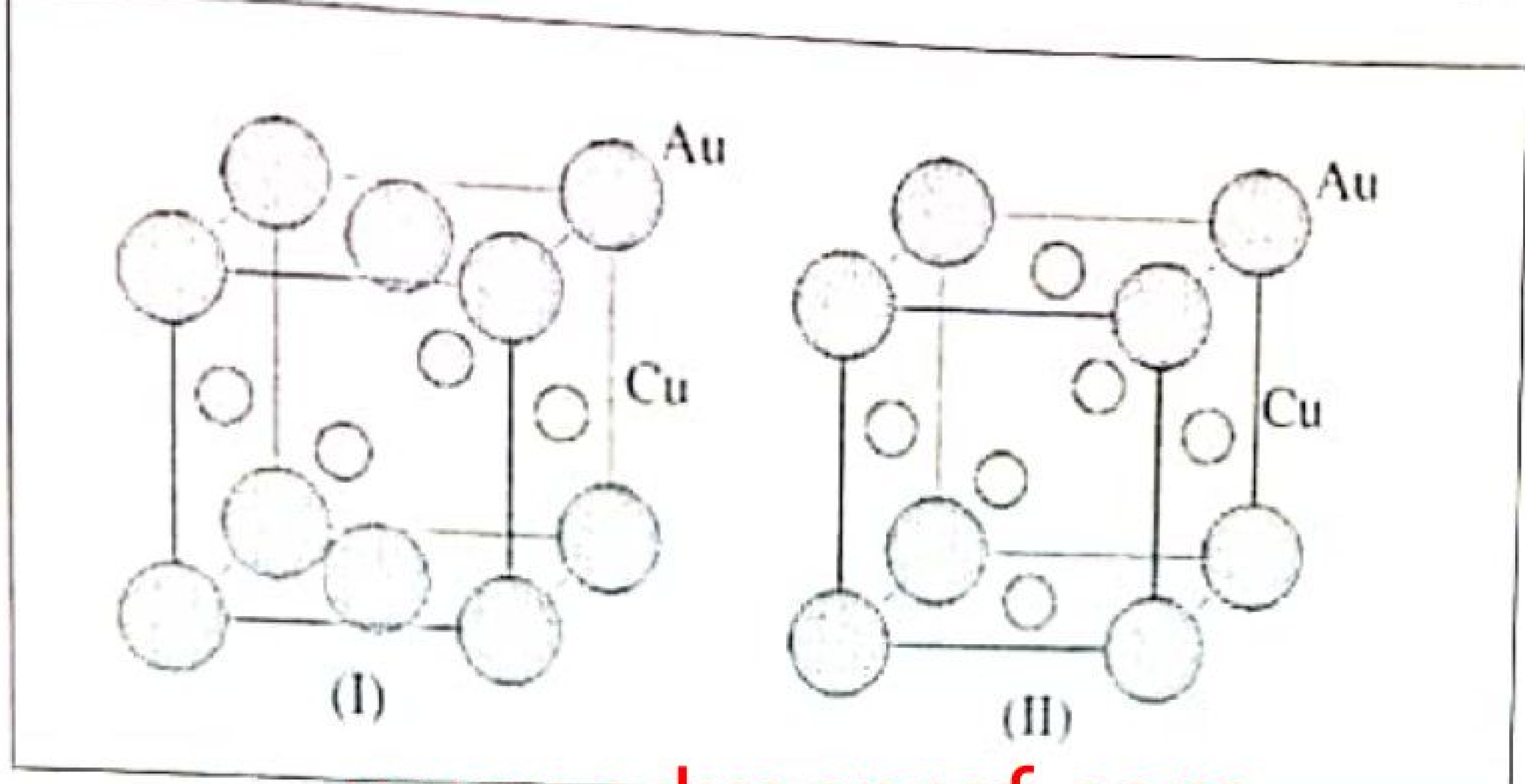
	Molécule	Nature de la liaison	Géométrie	Polarité
A	CH_2Cl_2	4 liaisons covalentes non polaires	AX_3E	Polaire
B	H_3PO_4	6 liaisons covalentes non polaires	AX_4	Apolaire
C	$HClO_3$	4 liaisons covalentes polaires	AX_3E	Polaire
D	$NaHCO_3$	4 liaisons covalentes non polaires 1 liaison ionique	AX_3	Polaire

Partie II : Sites cristallographiques et formule chimique

L'or et le cuivre cristallisent tous deux dans le système cubique à faces centrées compact. Le rayon métallique du cuivre est noté $R_{(Cu)}$.

Q4	**Le paramètre cristallin $a_{(Cu)}$ du cuivre a pour expression :**
A	$a_{(Cu)}=\frac{R_{(Cu)}}{\sqrt{2}}$
B	$a_{(Cu)}=\frac{2.R_{(Cu)}}{\sqrt{2}}$
C	$a_{(Cu)}=\frac{4.R_{(Cu)}}{\sqrt{2}}$
D	$a_{(Cu)}=\frac{\sqrt{2}}{4.R_{(Cu)}}$

À température ambiante, l'or et le cuivre sont susceptibles de donner deux alliages ordonnés représentés ci-dessous (composés I et II).



Q5	Les formules de ces deux composés sont :	
	Composé (I)	Composé (II)
A	$AuCu$	$AuCu_2$
B	$AuCu$	$AuCu_3$
C	Au_2Cu	$AuCu_3$
D	$AuCu_2$	Au_3Cu

Chimie organique et méthodes physicochimiques (6 points)

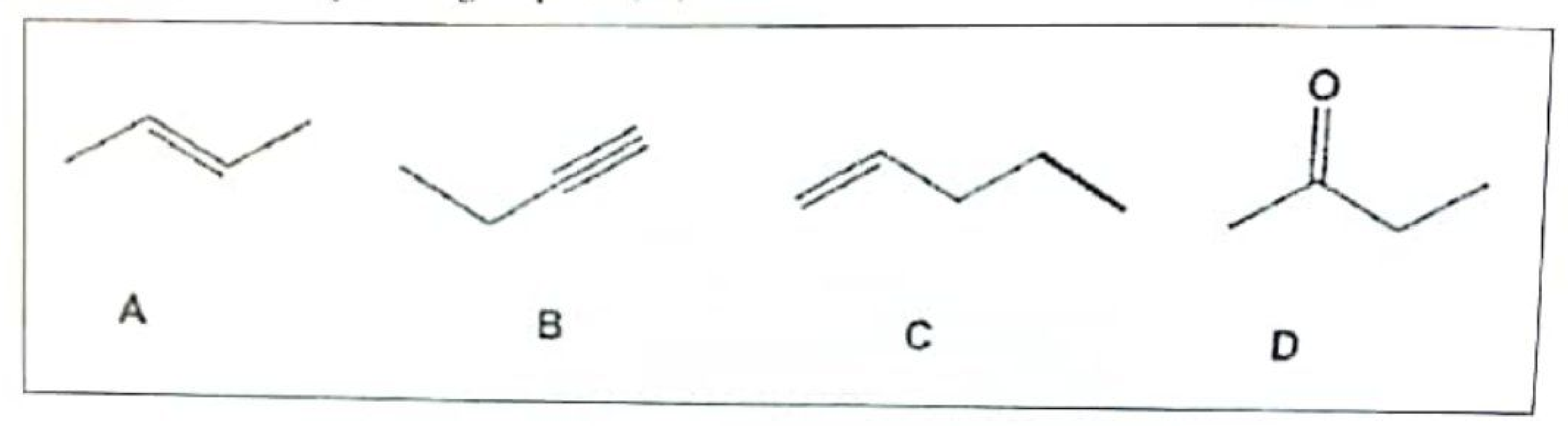
On considère la molécule suivante :

Q6	Le nom correct de cette molécule selon la nomenclature UICPA est :
A	3-bromo-2-hydroxy hex-3-èn-1,5-dione
B	4-bromo-5-hydroxy-6-oxo hex-3-èn-2-one
C	3-bromo-2-hydroxy-5-oxo hex-3-ènal
D	4-bromo-2,6-dioxo hex-3-èn-5-ol

On considère le composé organique suivant :

Q7	**La proposition correcte pour ce composé est :**
A	Le groupe prioritaire est la fonction cétone
B	Le groupe prioritaire est la fonction alcool
C	Le groupe prioritaire est la fonction aldéhyde
D	Le groupe prioritaire est la fonction ester

On considère les composés organiques A, B, C et D suivants :



Q8	**Parmi les propositions suivantes concernant la déshydratation du butan-2-ol, la proposition correcte est :**
A	Le composé A peut se former lors de la déshydratation du butan-2-ol
B	Le composé B peut se former lors de la déshydratation du butan-2-ol
C	Le composé C peut se former lors de la déshydratation du butan-2-ol
D	Le composé D peut se former lors de la déshydratation du butan-2-ol

On considère la transformation des fonctions alcool de l'isosorbide.

Q9	**La proposition correcte est :**
A	HNO_3 est nécessaire pour réaliser cette transformation
B	HNO_2 est nécessaire pour réaliser cette transformation
C	NO_2 est nécessaire pour réaliser cette transformation
D	Cette transformation est une nitrosation

Thermodynamique chimique et équilibres chimiques (4 points)

Partie I : Enthalpie de réaction

La combustion totale d'une mole de méthanol $CH_3OH_{(\ell)}$ liquide dans les conditions standards de pression et de température, libère $725,2\ kJ$ selon la réaction suivante :

$$CH_3OH_{(\ell)} + \frac{3}{2}O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(\ell)}.$$

Données :

- Enthalpies molaires standards de formations de $H_2O_{(\ell)}$ et de $CO_{2(g)}$:
  $\Delta h^0_{f,298K}\left(H_2O_{(\ell)}\right) = -285,2\ kJ.mol^{-1}$; $\Delta h^0_{f,298K}\left(CO_{2(g)}\right) = -393,5\ kJ.mol^{-1}$
- Chaleurs molaires à pression constante :
  $C_p\left(H_2O_{(\ell)}\right) = 75,2\ J.mol^{-1}.K^{-1}$; $C_p\left(CH_3OH_{(\ell)}\right) = 81,6\ J.mol^{-1}.K^{-1}$
  $C_p\left(O_{2(g)}\right) = 34,7\ J.mol^{-1}.K^{-1}$; $C_p\left(CO_{2(g)}\right) = 36,4\ J.mol^{-1}.K^{-1}$

Q10	La valeur de l'enthalpie molaire standard de formation du méthanol liquide vaut :
A	$\Delta h^0_{f,298}(CH_3OH_{(\ell)}) = -46,5\ kJ.mol^{-1}$
B	$\Delta h^0_{f,298K}(CH_3OH_{(\ell)}) = -154,8\ kJ.mol^{-1}$
C	$\Delta h^0_{f,298K}(CH_3OH_{(\ell)}) = -238,7\ kJ.mol^{-1}$
D	$\Delta h^0_{f,298K}(CH_3OH_{(\ell)}) = -691,7\ kJ.mol^{-1}$

Q11	La valeur de l'enthalpie de cette réaction à 60°C vaut :
A	$\Delta H^0_{r,333K} = -645,50\ kJ$
B	$\Delta H^0_{r,333K} = -700,34\ kJ$
C	$\Delta H^0_{r,333K} = -723,34\ kJ$
D	$\Delta H^0_{r,333K} = -467,77\ kJ$

Partie II : Constante d'équilibre

Les équilibres suivants : $NH_3 + \frac{5}{4}O_2 \rightleftharpoons NO + \frac{3}{2}H_2O$ (1) et $NO_2 \rightleftharpoons NO + \frac{1}{2}O_2$ (2)

ont respectivement pour constantes d'équilibre K_1 et K_2.

Q12	L'expression, en fonction de K_1 et K_2, de la constante d'équilibre K_3 pour l'équilibre : $2NH_3 + \frac{7}{2}O_2 \rightleftharpoons 2NO_2 + 3H_2O$ est :
A	$K_3 = K_1.K_2$
B	$K_3 = \left(\frac{K_1}{K_2}\right)^2$
C	$K_3 = \left(\frac{K_2}{K_1}\right)^2$
D	$K_3 = \frac{1}{K_1.K_2}$

Cinétique chimique et catalyse (4 points)

On considère la réaction d'oxydoréduction d'équation : $2Fe^{3+}_{(aq)} + Sn^{2+}_{(aq)} \rightarrow Sn^{4+}_{(aq)} + 2Fe^{2+}_{(aq)}$

La loi de vitesse de cette réaction est de la forme : $v = +\dfrac{d\left[Sn^{4+}\right]}{dt} = k.\left[Fe^{3+}\right]^{\alpha}.\left[Sn^{2+}\right]^{\beta}$

On opère avec un large excès de Fe^{3+}. On constate alors que le temps de demi-réaction concernant la disparition des ions Sn^{2+} est indépendant de leur concentration initiale.

Q13	La valeur de β vaut :
A	$\beta = 1$
B	$\beta = 2$
C	$\beta = 3$
D	$\beta = 4$

On réalise des mélanges stœchiométriques de différentes concentrations C_0 en ions Fe^{3+}. On constate que le temps de demi-réaction dépend de C_0.

Q14	La relation liant $t_{1/2}$, C_0 et α est :
A	$t_{1/2} = \dfrac{2^{\alpha}-1}{k.\alpha.(C_0)^{\alpha}}$
B	$t_{1/2} = \dfrac{2^{\alpha}}{k.\alpha.(C_0)^{\alpha}}$
C	$t_{1/2} = \dfrac{2^{\alpha}.k.\alpha.(C_0)^{\alpha}}{2^{\alpha}-1}$
D	$t_{1/2} = \dfrac{2^{\alpha}-1}{2^{\alpha}.k.\alpha.(C_0)^{\alpha}}$

Q15	Le temps de demi-réaction $t_{1/2}$ est divisé par quatre (4) lorsque C_0 est multiplié par deux (2). La valeur de α vaut :
A	$\alpha = 4$
B	$\alpha = 3$
C	$\alpha = 2$
D	$\alpha = 1$

Chimie des solutions aqueuses et électrochimie (18 points)

Partie I : Mélange d'acides et de bases - réaction prépondérante

Dans un litre d'eau à $298\ K$, on introduit $n_1 = 0{,}15\ mol$ de chlorure d'hydrogène HCl, $n_2 = 0{,}10\ mol$ d'hydrogénosulfure de sodium $NaHS$ et $n_3 = 0{,}15\ mol$ d'acétate de sodium $NaCH_3CO_2$.

Données à 25°C : $pK_{A1} = pK_A(H_2S_{(aq)} / HS^-_{(aq)}) = 7{,}0$; $pK_{A2} = pK_A(HS^-_{(aq)} / S^{2-}_{(aq)}) = 13{,}0$

$pK_{A3} = pK_A(CH_3CO_2H_{(aq)} / CH_3CO^-_{2(aq)}) = 4{,}8$

Q16	La composition du système à l'équilibre chimique est :		
A	$[CH_3CO_2H] = 0{,}05\ mol.L^{-1}$	$[CH_3CO_2^-] = 0{,}10\ mol.L^{-1}$	$[H_2S] = 0{,}10\ mol.L^{-1}$
B	$[H_3O^+] = 0{,}05\ mol.L^{-1}$	$[CH_3CO_2^-] = 0{,}10\ mol.L^{-1}$	$[H_2S] = 0{,}01\ mol.L^{-1}$
C	$[CH_3CO_2H] = 0{,}1\ mol.L^{-1}$	$[CH_3CO_2^-] = 0{,}05\ mol.L^{-1}$	$[HS^-] = 0{,}10\ mol.L^{-1}$
D	$[CH_3CO_2H] = 0{,}05\ mol.L^{-1}$	$[CH_3CO_2^-] = 0{,}10\ mol.L^{-1}$	$[H_3O^+] = 0{,}05\ mol.L^{-1}$

Partie II : Solubilité de l'acide benzoïque

La réaction de dissolution de l'acide benzoïque dans l'eau s'écrit : $C_6H_5CO_2H_{(s)} \rightleftharpoons C_6H_5CO_2H_{(aq)}$.

Sa constante d'équilibre thermodynamique est notée $K_s = 10^{-1,5}$ à $298\ K$.

Données : $pK_A(C_6H_5CO_2H_{(aq)} / C_6H_5CO^-_{2(aq)}) = 5$; $pK_e = 14$

Q17	La solubilité s de l'acide benzoïque en négligeant sa réaction avec l'eau est :
A	$s = 2{,}20.10^{-1}\ mol.L^{-1}$
B	$s = 3{,}20.10^{-3}\ mol.L^{-1}$
C	$s = 3.16.10^{-2}\ mol.L^{-1}$
D	$s = 4{,}00.10^{-2}\ mol.L^{-1}$

Q18	La solubilité s' de l'acide benzoïque en tenant compte de ses propriétés acido-basiques est :
A	$s' = 4{,}22.10^{-2}\ mol.L^{-1}$
B	$s' = 3{,}22.10^{-2}\ mol.L^{-1}$
C	$s' = 5{,}50.10^{-2}\ mol.L^{-1}$
D	$s' = 5{,}22.10^{-2}\ mol.L^{-1}$

Q19	Le pH d'une solution aqueuse saturée d'acide benzoïque à $298\ K$ est :
A	$pH = 2{,}40$
B	$pH = 3{,}25$
C	$pH = 4{,}05$
D	$pH = 4{,}25$

Le benzoate de sodium $NaC_6H_5CO_{2(s)}$ est un sel ionique soluble dans l'eau. On dispose d'un volume $V_0 = 1\ L$ d'une solution aqueuse $Na^+_{(aq)} + C_6H_5CO^-_{2(aq)}$ de ce sel à la concentration molaire $C_0 = 3,52.10^{-1}\ mol.L^{-1}$. Á cette solution on ajoute une solution concentrée d'acide chlorhydrique. L'acide introduit étant fortement concentré, on pourra négliger la variation du volume de la solution.

Q20	**Le pH de précipitation de l'acide benzoïque lors de l'addition de l'acide chlorhydrique est :**
A	$pH = 4,00$
B	$pH = 4,20$
C	$pH = 5,00$
D	$pH = 6,00$

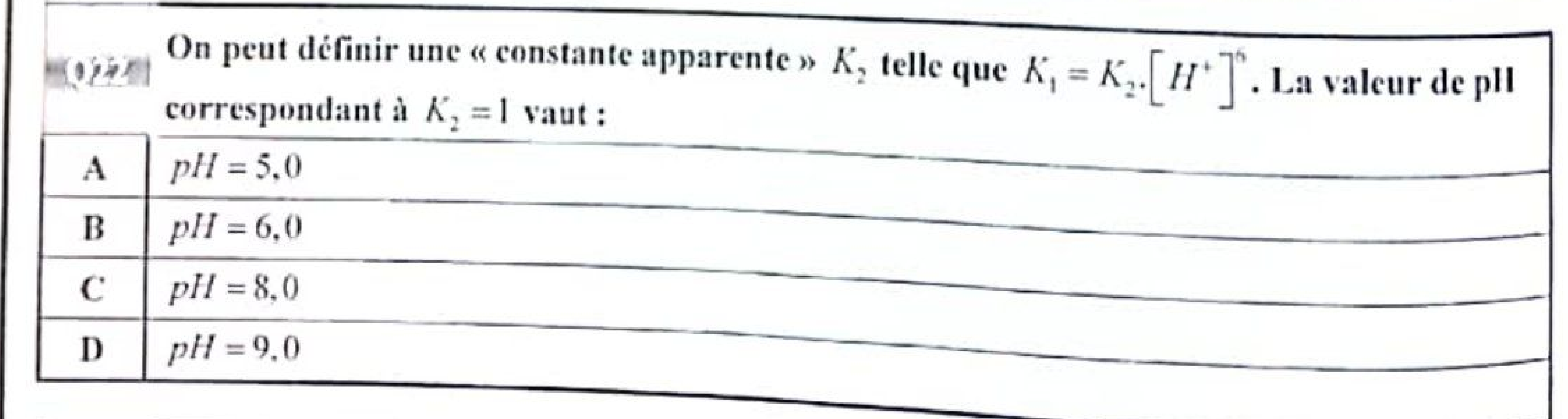
Partie III : Dismutation du diiode

L'équation de la réaction de dismutation du diiode aqueux en iodure I^- et iodate IO_3^- est :

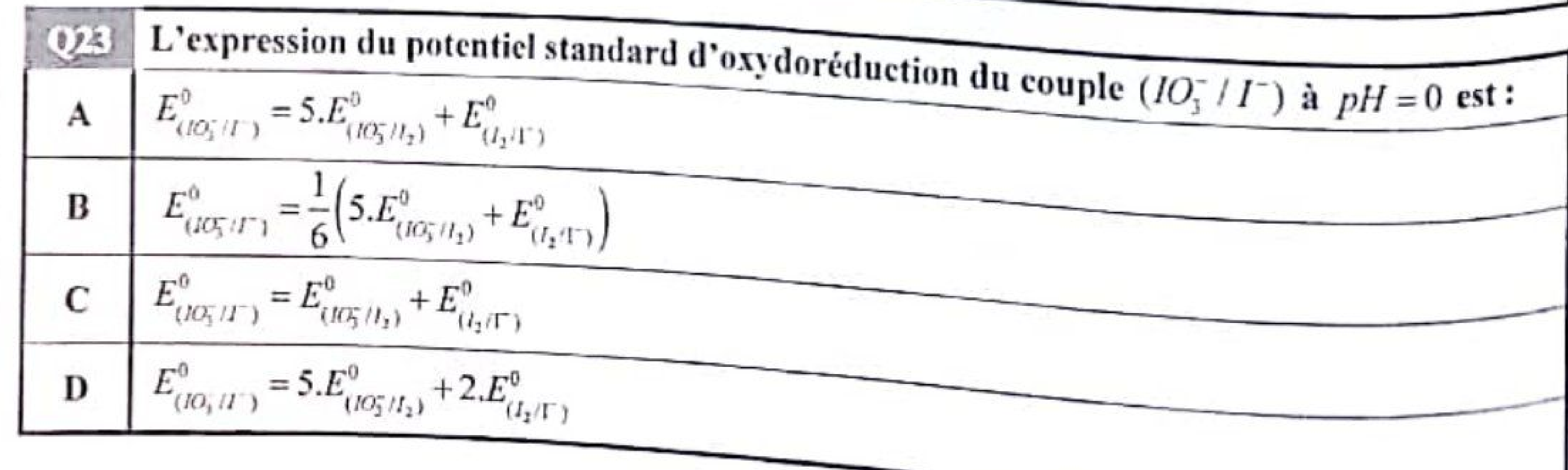
$3\ I_{2(aq)} + 3\ H_2O \rightleftarrows 5\ I^- + IO_3^- + 6\ H^+$.

Données : $E^0(I_{2(aq)} / I^-_{(aq)}) = 0,621\ V$; $E^0(IO^-_{3(aq)} / I_{2(aq)}) = 1,20\ V$

Q21	**La constante d'équilibre K_1 associée à l'équation de la réaction de dismutation du diiode aqueux est :**
A	$K_1 = 5,6.10^{-49}$
B	$K_1 = 7,8.10^{-46}$
C	$K_1 = 4,5.10^{-42}$
D	$K_1 = 8,6.10^{-39}$



Q22	**On peut définir une « constante apparente » K_2 telle que $K_1 = K_2.\left[H^+\right]^6$. La valeur de pH correspondant à $K_2 = 1$ vaut :**
A	$pH = 5,0$
B	$pH = 6,0$
C	$pH = 8,0$
D	$pH = 9,0$



Q23	**L'expression du potentiel standard d'oxydoréduction du couple (IO_3^- / I^-) à $pH = 0$ est :**
A	$E^0_{(IO_3^-/I^-)} = 5.E^0_{(IO_3^-/I_2)} + E^0_{(I_2/I^-)}$
B	$E^0_{(IO_3^-/I^-)} = \frac{1}{6}\left(5.E^0_{(IO_3^-/I_2)} + E^0_{(I_2/I^-)}\right)$
C	$E^0_{(IO_3^-/I^-)} = E^0_{(IO_3^-/I_2)} + E^0_{(I_2/I^-)}$
D	$E^0_{(IO_3/I^-)} = 5.E^0_{(IO_3^-/I_2)} + 2.E^0_{(I_2/I^-)}$

Partie IV : Transformation chimique dans une pile

Au sein d'une pile se produit une transformation chimique modélisée par l'équation chimique suivante où les concentrations initiales des différents réactifs et produits sont données :

$Zn_{(s)} + 2Fe(CN)_6^{3-}(0,1\ mol.L^{-1}) + 4CN^-(0,65\ mol.L^{-1}) \rightarrow Zn(CN)_4^{2-}(0,25\ mol.L^{-1}) + 2Fe(CN)_6^{4-}(0,15\ mol.L^{-1})$

Données : $E_1^0 = E^0(Fe(CN)_6^{3-} / Fe(CN)_6^{4-}) = 0,36\ V$; $E_2^0 = E^0(Zn(CN)_4^{2-} / Zn) = -1,26\ V$

Q24	L'écriture conventionnelle (schéma conventionnel) de la pile est :
A	$(+)\,Zn\,|\,Zn(CN)_4^{2-}, CN^-\,\|\,Fe(CN)_6^{3-}, Fe(CN)_6^{4-}\,|\,Pt\,(-)$
B	$(-)\,Zn\,|\,Zn(CN)_4^{2-}\,\|\,Fe(CN)_6^{3-}, Fe(CN)_6^{4-}\,|\,Pt\,(+)$
C	$(-)\,Zn\,|\,Zn(CN)_4^{2-}, CN^-\,\|\,Fe(CN)_6^{3-}, Fe(CN)_6^{4-}\,|\,Pt\,(+)$
D	$(-)\,Zn\,|\,Zn(CN)_4^{2-}\,\|\,Fe(CN)_6^{3-}\,|\,Fe\,(+)$

Q25	La f.e.m. de la pile vaut :
A	$\mathscr{E} = +1,1016\ V$
B	$\mathscr{E} = +1,6056\ V$
C	$\mathscr{E} = +1,6000\ V$
D	$\mathscr{E} = +0,9000\ V$

Partie V : Influence du potentiel sur les concentrations

On plonge un fils de platine Pt dans une solution contenant les ions Fe^{2+} et Fe^{3+} telle que : $[Fe^{2+}] = [Fe^{3+}] = 10^{-2}\ mol.L^{-1}$. Le potentiel pris par l'électrode Pt vaut $E_{Pt} = 0,68\ V$.

On impose à l'électrode précédente le potentiel $E = 0,73\ V$ et on attend que l'équilibre soit établi.

Donnée : $E^0(Fe^{3+} / Fe^{2+}) = 0,68\ V$ dans H_2SO_4 à $1\ mol.L^{-1}$.

Q26	Les concentrations molaires effectives finales en ions Fe^{2+} et Fe^{3+} valent :	
A	$[Fe^{2+}] = 2,5.10^{-3}\ mol.L^{-1}$	$[Fe^{3+}] = 1,75.10^{-2}\ mol.L^{-1}$
B	$[Fe^{2+}] = 7,5.10^{-3}\ mol.L^{-1}$	$[Fe^{3+}] = 2,5.10^{-3}\ mol.L^{-1}$
C	$[Fe^{2+}] = 1,75.10^{-2}\ mol.L^{-1}$	$[Fe^{3+}] = 7,5.10^{-3}\ mol.L^{-1}$
D	$[Fe^{2+}] = 2,5.10^{-2}\ mol.L^{-1}$	$[Fe^{3+}] = 1,75.10^{-2}\ mol.L^{-1}$

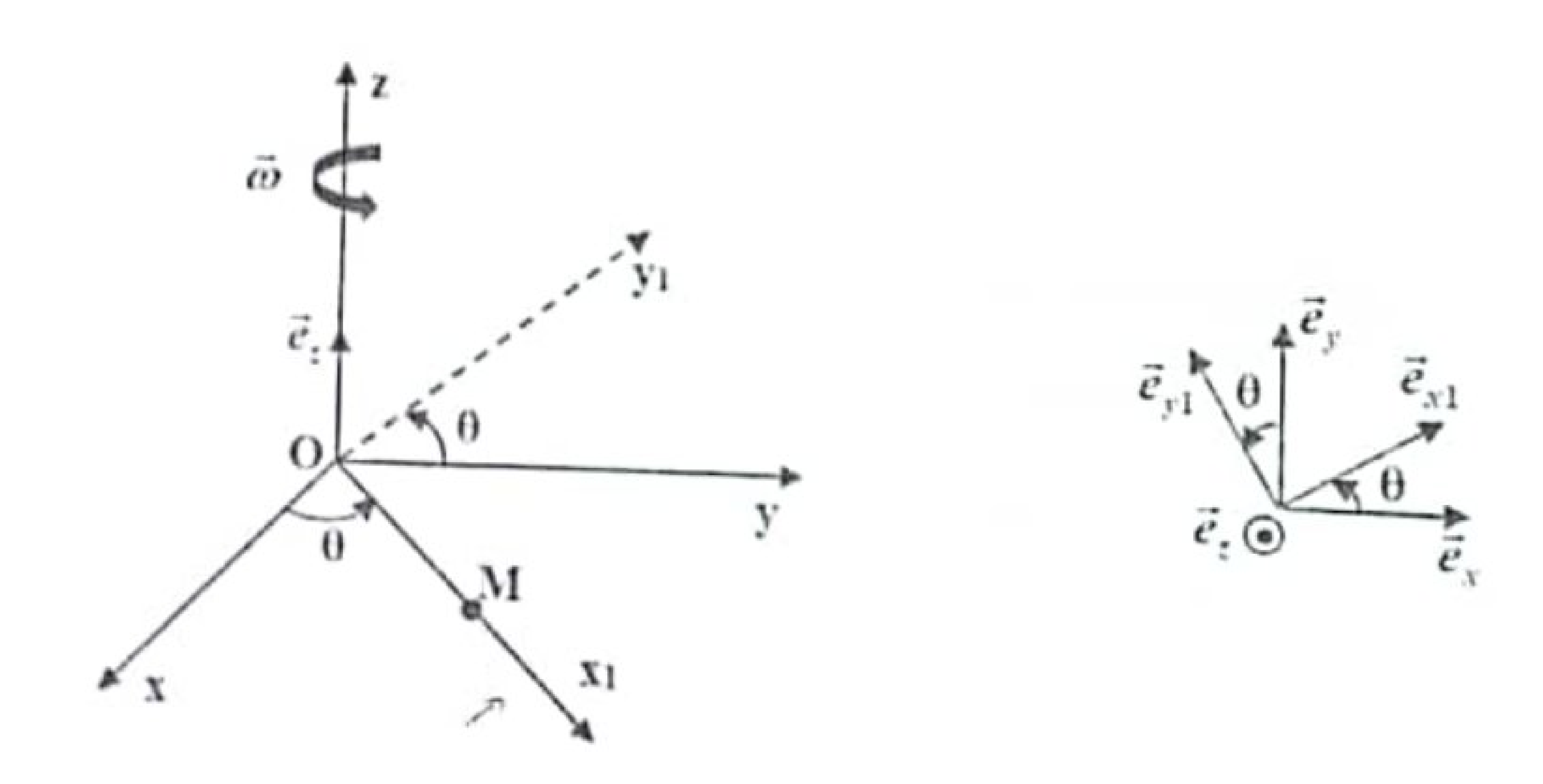
Physique (60 points)

Mécanique du point et du solide (23 points)

Partie I : Anneau en rotation sur une tige

On considère un repère fixe $\mathcal{R}(O,x,y,z)$ muni d'une base orthonormée $(\vec{e}_x,\vec{e}_y,\vec{e}_z)$. L'axe Oz, est vertical ascendant. Une tige Ox_1 tourne autour de l'axe Oz, en restant à tout instant dans le plan xOy, avec une vitesse angulaire $\vec{\omega}(\mathcal{R}_1/\mathcal{R})=\omega_0\vec{e}_z$ (ω_0 constant). Notons $\mathcal{R}_1(O,x_1,y_1,z)$ le repère lié à la tige et en mouvement par rapport à $\mathcal{R}$. Soit $(\vec{e}_{x1},\vec{e}_{y1},\vec{e}_z)$ la base de $\mathcal{R}_1$.

Un anneau M, considéré comme un point matériel de masse m, se déplace sans frottement suivant Ox_1. M est soumis à son poids $\vec{P}$, à la réaction $\vec{T}$ de la tige et la force $\vec{F}=-mK(r-a)\vec{e}_{x1}$; où $r=\|\overrightarrow{OM}\|$ et K et a des constantes positives. L'accélération de la pesanteur $\vec{g}$ est supposée constante.



Q7	Les expressions de la vitesse relative $\vec{V}_{\mathcal{R}_1}(M)$ et l'accélération relative $\vec{\gamma}_{\mathcal{R}_1}(M)$ de M sont :
A	$\vec{V}_{\mathcal{R}_1}(M)=\dot{r}.\vec{e}_{x1}$; $\vec{\gamma}_{\mathcal{R}_1}(M)=\ddot{r}.\vec{e}_{x1}$
B	$\vec{V}_{\mathcal{R}_1}(M)=\dot{r}.\vec{e}_{x1}+r\omega_0\vec{e}_{y1}$; $\vec{\gamma}_{\mathcal{R}_1}(M)=\ddot{r}.\vec{e}_{x1}$
C	$\vec{V}_{\mathcal{R}_1}(M)=r\omega_0\vec{e}_{y1}$; $\vec{\gamma}_{\mathcal{R}_1}(M)=\ddot{r}.\vec{e}_{x1}$
D	$\vec{V}_{\mathcal{R}_1}(M)=\dot{r}.\vec{e}_{x1}$; $\vec{\gamma}_{\mathcal{R}_1}(M)=\ddot{r}.\vec{e}_{x1}+r.\omega_0^2\vec{e}_{x1}$

Q28	Les expressions de l'accélération d'entrainement $\vec{\gamma}_e$ et l'accélération complémentaire $\vec{\gamma}_c$ de M sont :
A	$\vec{\gamma}_e = 2\dot{r}.\omega_0.\vec{e}_{x1}$; $\vec{\gamma}_c = -r.\omega_0^2.\vec{e}_{y1}$
B	$\vec{\gamma}_e = r.\omega_0^2.\vec{e}_{x1}$; $\vec{\gamma}_c = -2\dot{r}.\omega_0.\vec{e}_{y1}$
C	$\vec{\gamma}_e = -2\dot{r}.\omega_0.\vec{e}_{x1}$; $\vec{\gamma}_c = r.\omega_0^2.\vec{e}_{y1}$
D	$\vec{\gamma}_e = -r.\omega_0^2.\vec{e}_{x1}$; $\vec{\gamma}_c = 2\dot{r}.\omega_0.\vec{e}_{y1}$

Q29	Les expressions des forces d'inertie d'entrainement $\vec{F}_{ie}$ et de Coriolis $\vec{F}_{ic}$ subis par M sont :
A	$\vec{F}_{ie} = -mr\omega_0^2\vec{e}_{x1}$; $\vec{F}_{ic} = 2m\dot{r}\omega_0\vec{e}_{y1}$
B	$\vec{F}_{ie} = mr\omega_0^2\vec{e}_{x1}$; $\vec{F}_{ic} = -2m\dot{r}\omega_0\vec{e}_{y1}$
C	$\vec{F}_{ie} = mr\omega_0\vec{e}_{x1}$; $\vec{F}_{ic} = -2m\dot{r}\omega_0\vec{e}_{y1}$
D	$\vec{F}_{ie} = mr\omega_0\vec{e}_{x1}$; $\vec{F}_{ic} = -2m\dot{r}\omega_0^2\vec{e}_{y1}$

Q30	L'équation différentielle du mouvement de M s'écrit :
A	$\ddot{r} + r(K - \omega_0^2) = Ka^2$
B	$\ddot{r} + r(K^2 - \omega_0^2) = Ka$
C	$\ddot{r} + r(K - \omega_0^2) = Ka$
D	$\ddot{r} + r(K - \omega_0^2) = 0$

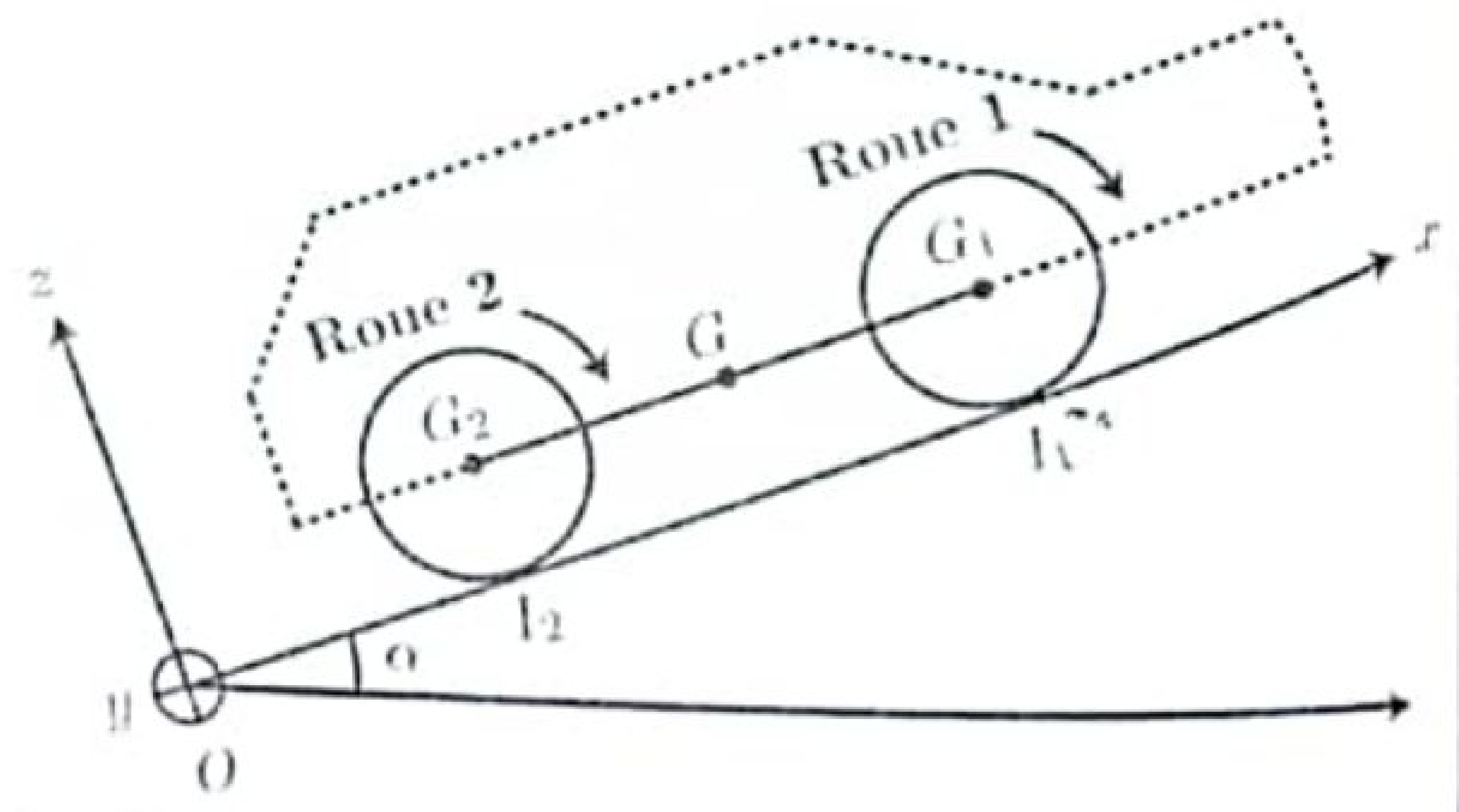
Q31	L'expression de l'intensité de la réaction $\vec{T}$ de la tige Ox_1 sur M est:
A	$T = m\sqrt{g^2 + \dot{r}^2\omega_0^2}$
B	$T = m\sqrt{g^2 + 4\dot{r}^2\omega_0^2}$
C	$T = m\sqrt{g^2 + 4r^2\omega_0^2}$
D	$T = m\sqrt{g^2 + r^2\omega_0^2}$

Q27	L'équation horaire du mouvement de M dans $\mathcal{R}_1$ s'écrit : À $t_0 = 0$; $r = a$ et $\dot{r} = 0$ (On a $K < \omega_0^2$ et on posera $\lambda^2 = K - \omega_0^2$)
A	$r(t) = \frac{a\omega_0^2}{\lambda^2}\cos(\lambda.t) + \frac{Ka}{\lambda^2}$
B	$r(t) = \frac{-a\omega_0^2}{\lambda^2}\cos(\lambda.t) + \frac{Ka^2}{\lambda^2}$
C	$r(t) = \frac{-a\omega_0^2}{\lambda^2}\cos(\lambda.t) + \frac{Ka}{\lambda}$
D	$r(t) = \frac{-a\omega_0^2}{\lambda^2}\cos(\lambda.t) + \frac{Ka}{\lambda^2}$

Partie II : Mouvement d'une voiture sur un plan incliné

Une voiture gravite un plan incliné, faisant un angle α avec l'horizontal. Le véhicule est modélisé comme suit : une roue avant, une roue arrière et une tige.

- La roue avant, motrice, dite roue 1 dans la suite, est assimilée à un disque de rayon a, de masse m, de centre d'inertie G_1 confondu avec son centre géométrique ; on note $J = \frac{1}{2}ma^2$ le moment d'inertie de la roue par rapport à son axe. On repère la position de G_1 par son abscisse x_1 sur l'axe (Ox) et la rotation de la roue par l'angle θ_1 par rapport à la verticale. On note I_1 le point d'impact de la roue 1 avec le sol.



- La roue arrière, porteuse, non motrice, dite roue 2 dans la suite, de centre d'inertie G_2, de même masse m, de même rayon a et de même moment d'inertie J par rapport à son axe. On repère la position de G_2 par son abscisse x_2 sur l'axe (Ox) et la rotation de la roue par l'angle θ_2. On note I_2 le point d'impact de la roue 2 avec le sol.
- L'ensemble S {carcasse de la voiture et moteur}, de masse M, est modélisé par une tige, de longueur $2b$, reliant G_1 et G_2. Le centre d'inertie G de S est le milieu de $G_1G_2 = 2b$. L'abscisse de G est noté x.

Le coefficient de frottement entre une roue et le sol, identique pour les deux roues est noté f $(f = cste > 0)$.

Les actions de l'ensemble S sur la roue 1 en G_1 sont réductibles à une résultante $\vec{F}_1 = F_{1x}\vec{e}_x + F_{1z}\vec{e}_z$ et à un couple moteur $\vec{\Gamma} = \Gamma\vec{e}_y$, avec $\Gamma > 0$.

L'action de l'ensemble S sur la roue 2 en G_2 est réductible à une résultante $\vec{F}_2 = F_{2x}\vec{e}_x + F_{2z}\vec{e}_z$.

L'action du sol sur la roue 1 est réductible à une résultante $\vec{R}_1 = T_1\vec{e}_x + N_1\vec{e}_z$ et sur la roue 2 à une résultante $\vec{R}_2 = T_2\vec{e}_x + N_2\vec{e}_z$.

On suppose que les deux roues roulent sans glisser sur le sol, $(m \ll M)$ et le référentiel $R(O, x, y, z)$ est galiléen.

Q33	Les conditions du non glissement en I_1 et I_2 conduisent aux relations suivantes :
A	$\dot{x} = 2\dot{x}_1 = 2\dot{x}_2$; $\dot{\theta}_1 = \dot{\theta}_2 = \frac{\dot{x}}{a}$
B	$\dot{x} = \dot{x}_1 = \dot{x}_2$; $\dot{\theta}_1 = \dot{\theta}_2 = \frac{\dot{x}}{a}$
C	$\dot{x} = \dot{x}_1 = \dot{x}_2$; $\dot{\theta}_1 = \dot{\theta}_2 = \frac{\dot{x}}{2a}$
D	$\dot{x} = 2\dot{x}_1 = 2\dot{x}_2$; $\dot{\theta}_1 = \dot{\theta}_2 = \frac{2\dot{x}}{a}$

Q34	Par application du théorème de la résultante cinétique à la roue 1 et à la roue 2 on obtient:
A	$m\ddot{x} = -mg\sin\alpha + F_{1x} + T_1 = -mg\sin\alpha + F_{2x} + T_2$; $N_1 + F_{1z} = N_2 + F_{2z} = mg\cos\alpha$
B	$m\ddot{x} = mg\sin\alpha + F_{1x} + T_1 = mg\sin\alpha + F_{2x} + T_2$; $N_1 + F_{1z} = N_2 + F_{2z} = mg\cos\alpha$
C	$m\ddot{x} = -mg\sin\alpha + F_{1x} = -mg\sin\alpha + F_{2x}$; $N_1 + F_{1z} = N_2 + F_{2z} = mg\cos\alpha$
D	$m\ddot{x} = -mg\sin\alpha + T_1 = -mg\sin\alpha + T_2$; $N_1 + F_{1z} = N_2 + F_{2z} = mg\cos\alpha$

Q35	Par application du théorème du moment cinétique à la roue 1 en G_1 et à la roue 2 en G_2 on obtient :
A	$\ddot{x} = \left(\frac{\Gamma}{ma} - \frac{T_1}{m}\right) = \frac{-T_2}{m}$
B	$\ddot{x} = 2\left(\frac{\Gamma}{ma} - \frac{T_1}{m}\right) = \frac{-T_2}{m}$
C	$\ddot{x} = 2\left(\frac{\Gamma}{ma} - \frac{T_1}{m}\right) = \frac{-2T_2}{m}$
D	$\ddot{x} = 2\left(\frac{\Gamma}{m} - \frac{T_1}{m}\right) = \frac{-2T_2}{m}$

Q36	Les expressions des composantes F_{1x} et F_{2x} sont :
A	$F_{1x} = \frac{1}{2}m\ddot{x} + mg\sin\alpha - \frac{\Gamma}{a}$; $F_{2x} = \frac{1}{2}m\ddot{x} + mg\sin\alpha$
B	$F_{1x} = m\ddot{x} + mg\sin\alpha - \frac{\Gamma}{a}$; $F_{2x} = m\ddot{x} + mg\sin\alpha$
C	$F_{1x} = \frac{3}{2}m\ddot{x} + mg\sin\alpha - \frac{\Gamma}{a}$; $F_{2x} = \frac{3}{2}m\ddot{x} + mg\sin\alpha$
D	$F_{1x} = \frac{3}{2}m\ddot{x} + mg\sin\alpha + \frac{\Gamma}{a}$; $F_{2x} = \frac{3}{2}m\ddot{x} - mg\sin\alpha$

Q37	Les expressions des composantes F_{1z} et F_{2z} sont:
A	$F_{1z}=\frac{1}{2}\left(\frac{\Gamma}{b}-Mg\cos\alpha\right)$; $F_{2z}=-\frac{1}{2}\left(\frac{\Gamma}{b}+Mg\cos\alpha\right)$
B	$F_{1z}=\left(\frac{\Gamma}{b}-Mg\cos\alpha\right)$; $F_{2z}=-\left(\frac{\Gamma}{b}+Mg\cos\alpha\right)$
C	$F_{1z}=-\frac{1}{2}\left(\frac{\Gamma}{b}-Mg\cos\alpha\right)$; $F_{2z}=\frac{1}{2}\left(\frac{\Gamma}{b}+Mg\cos\alpha\right)$
D	$F_{1z}=\frac{3}{2}\left(\frac{\Gamma}{b}-Mg\cos\alpha\right)$; $F_{2z}=-\frac{3}{2}\left(\frac{\Gamma}{b}+Mg\cos\alpha\right)$

Q38	L'équation différentielle du mouvement de G s'écrit :
A	$\ddot{x}=g\sin\alpha-\frac{\Gamma}{2Ma}$
B	$\ddot{x}=\frac{2\Gamma}{ma}-g\sin\alpha$
C	$\ddot{x}=\frac{\Gamma}{Ma}-g\sin\alpha$
D	$\ddot{x}=g\sin\alpha-\frac{\Gamma}{2ma}$

Q39	La condition qui assure un mouvement accéléré du véhicule sur la pente est :
A	$\Gamma > Mag\sin\alpha$
B	$\Gamma > 2Mag\sin\alpha$
C	$\Gamma > \frac{1}{2}mag\sin\alpha$
D	$\Gamma > 2mag\sin\alpha$

Thermodynamique (4 points)

Un moteur thermique fonctionne réversiblement entre deux sources de températures variables au cours du temps ou pseudo-sources :

- la température de la source chaude est notée $T_C(t)$;
- la température de la source froide est notée $T_F(t)$.

Les sources ont la même capacité thermique C et leurs températures initiales sont respectivement T_{0C} et T_{0F}. Le moteur fonctionne entre l'instant $t_0 = 0$ et un instant t_1 où l'équilibre est atteint.

Q40	**La relation entre $T_C(t)$, $T_F(t)$, T_{0C} et T_{0F} à un instant t s'écrit :**
A	$T_C(t).T_{0C} = T_F(t).T_{0F}$
B	$T_C(t).T_F(t) = T_{0C}.T_{0F}$
C	$T_{0C}.T_F(t) = T_C(t).T_{0F}$
D	$T_C(t).T_F(t) = \sqrt{T_{0C}.T_{0F}}$

Q41	**L'expression de la température finale T_f atteinte par les deux sources est :**
A	$T_f = \sqrt{T_{0C}.T_{0F}}$
B	$T_f = \sqrt{2T_{0C}.T_{0F}}$
C	$T_f = 2\sqrt{T_{0C}.T_{0F}}$
D	$T_f = \frac{T_{0C} + T_{0F}}{2}$

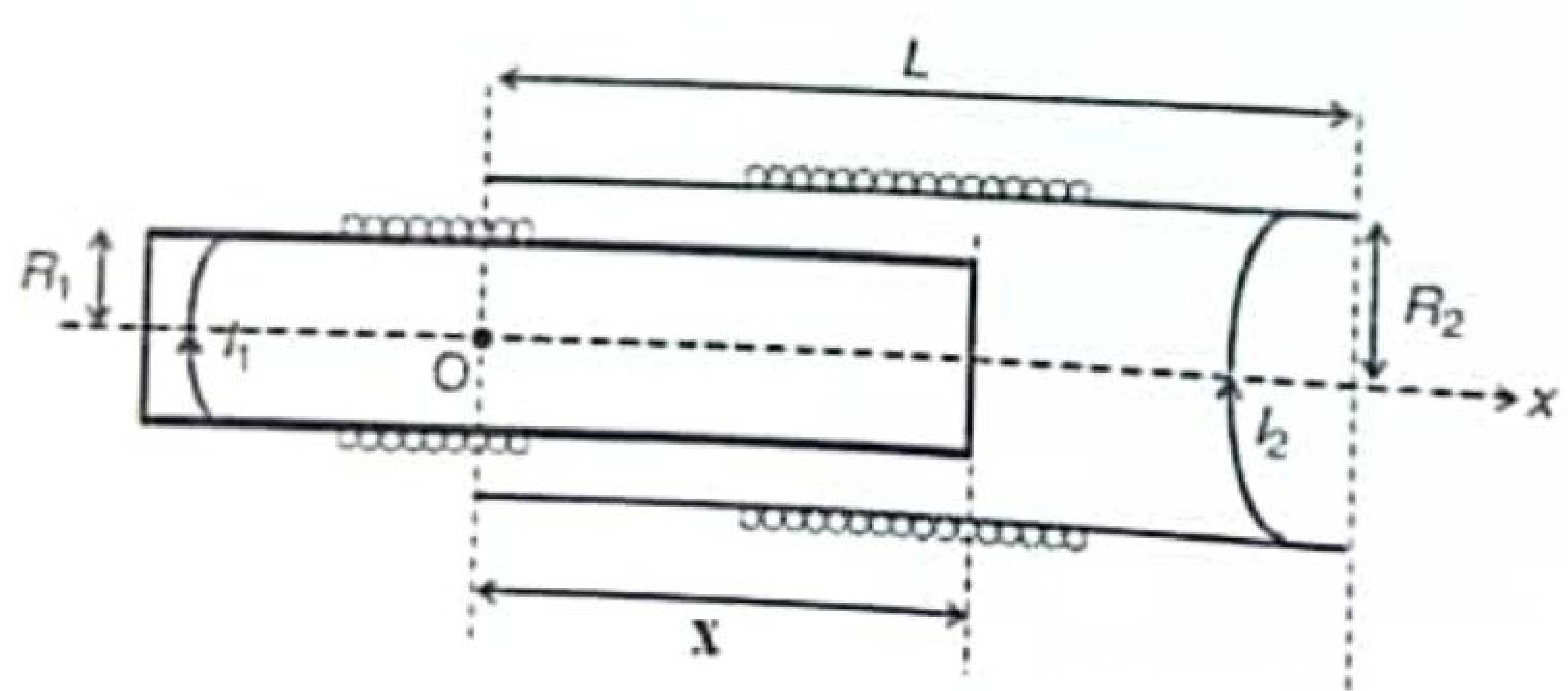
Q42	**L'expression du travail W fourni par le moteur pendant la durée du fonctionnement est:**
A	$W = C.(\sqrt{T_{0C}} - \sqrt{T_{0F}})^2$
B	$W = C.(\sqrt{T_{0C}} + \sqrt{T_{0F}})^2$
C	$W = -C.(\sqrt{T_{0C}} - \sqrt{T_{0F}})^2$
[illegible]	[illegible]

Q43	L'expression de l'efficacité thermodynamique ou rendement e_{moteur} de ce moteur est :
A	$e_{moteur} = \frac{\sqrt{T_{0C}} + \sqrt{T_{0F}}}{\sqrt{T_{0C}}}$
B	$e_{moteur} = \frac{\sqrt{T_{0F}} - \sqrt{T_{0C}}}{\sqrt{T_{0C}}}$
C	$e_{moteur} = \frac{T_{0C} - T_{0F}}{T_{0C}}$
D	$e_{moteur} = \frac{\sqrt{T_{0C}} - \sqrt{T_{0F}}}{\sqrt{T_{0C}}}$

Électricité et électromagnétisme (23 points)

Partie I : Interaction magnétique de deux solénoïdes

Deux solénoïdes de même longueur L possédant le même nombre N de spires mais de rayons différents R_1 et R_2 sont disposés et maintenus comme indiqué sur la figure ci-dessous. Ils sont parcourus respectivement par des courants d'intensités I_1 et I_2.



Q44	L'expression du flux total crée par le grand solénoïde à travers le petit solénoïde est :
A	$\phi = \frac{\mu_0 \pi x N^2 I_1 R_2^2}{L^2}$
B	$\phi = \frac{\mu_0 \pi x N^2 I_2 R_1^2}{L^2}$
C	$\phi = \frac{\mu_0 \pi x N^2 I_2 R_1^2}{L}$
D	$\phi = \frac{\mu_0 \pi x N I_2 R_1^2}{L^2}$

Q15	L'expression de la résultante des forces qui s'exerce sur le petit solénoïde est :
A	$F_x = \frac{\mu_0 \pi N^2 I_1 I_2 R_1^2}{L^2}$
B	$F_x = \frac{\mu_0 \pi N^2 I_1^2 R_2^2}{L^2}$
C	$F_x = \frac{\mu_0 \pi N^2 I_2^2 R_1^2}{L}$
D	$F_x = \frac{\mu_0 \pi N I_1 I_2 R_1^2}{L^2}$

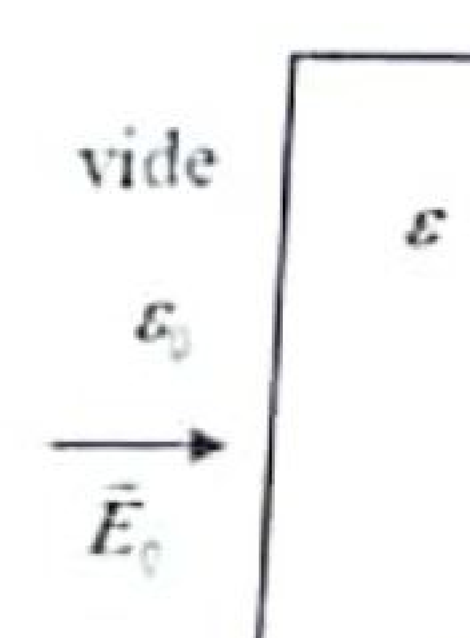
Q16	L'expression de l'énergie potentielle d'interaction du petit solénoïde est :
A	$W_i = -\frac{\mu_0 \pi x N^2 I_1^2 R_2^2}{L^2}$
B	$W_i = -\frac{\mu_0 \pi x N I_2^2 R_1^2}{L^2}$
C	$W_i = -\frac{\mu_0 \pi x N^2 I_1 I_2 R_1^2}{L}$
D	$W_i = -\frac{\mu_0 \pi x N^2 I_1 I_2 R_1^2}{L^2}$

Q17	On abandonne le petit solénoïde à lui-même, le grand restant fixe. Les expressions de la position finale x de l'extrémité du petit solénoïde ainsi que son énergie potentielle d'interaction W_f dans son état final sont :
A	$x = L$; $W_f = -\frac{\mu_0 \pi N^2 I_1 I_2 R_1^2}{L}$
B	$x = L$; $W_f = -\frac{\mu_0 \pi N^2 I_1^2 R_1^2}{L}$
C	$x = \frac{L}{2}$; $W_f = -\frac{\mu_0 \pi N^2 I_1 I_2 R_1^2}{2L}$
D	$x = \frac{L}{2}$; $W_f = -\frac{\mu_0 \pi N^2 I_1 I_2 R_2^2}{2L}$

Q48	L'expression du travail des forces magnétiques au cours de ce déplacement est :
A	$W = \frac{\mu_0 \pi N^2 I_1^2 R_2^2}{L}\left(1 - \frac{x}{L}\right)$
B	$W = \frac{\mu_0 \pi N I_2^2 R_1^2}{L}\left(1 - \frac{x}{L}\right)$
C	$W = \frac{\mu_0 \pi N^2 I_1 I_2 R_1^2}{L}\left(1 - \frac{x}{L}\right)$
D	$W = \frac{\mu_0 \pi N I_1 I_2 R_1^2}{L}\left(1 - \frac{x}{L}\right)$

Partie II : Lame diélectrique

Une lame diélectrique isotrope de permittivité ε est placée dans le vide et soumise à un champ électrique $\vec{E}_0$ normal à ses faces. On suppose que l'épaisseur du diélectrique est petite par rapport à ses autres dimensions, que le champ $\vec{E}$ à l'intérieur du diélectrique à $\vec{E}_p$ et que la polarisation $\vec{P}$ est uniforme à l'intérieur du diélectrique.



Q49	L'expression du champ $\vec{E}$ à l'intérieur du diélectrique est :
A	$\vec{E} = \frac{\varepsilon_0}{\varepsilon_r}\vec{E}_0$
B	$\vec{E} = \frac{\varepsilon_0}{\varepsilon}\vec{E}_0$
C	$\vec{E} = \frac{\varepsilon_r}{\varepsilon}\vec{E}_0$
D	$\vec{E} = \varepsilon_0\left(1 - \frac{1}{\varepsilon_r}\right)\vec{E}_0$

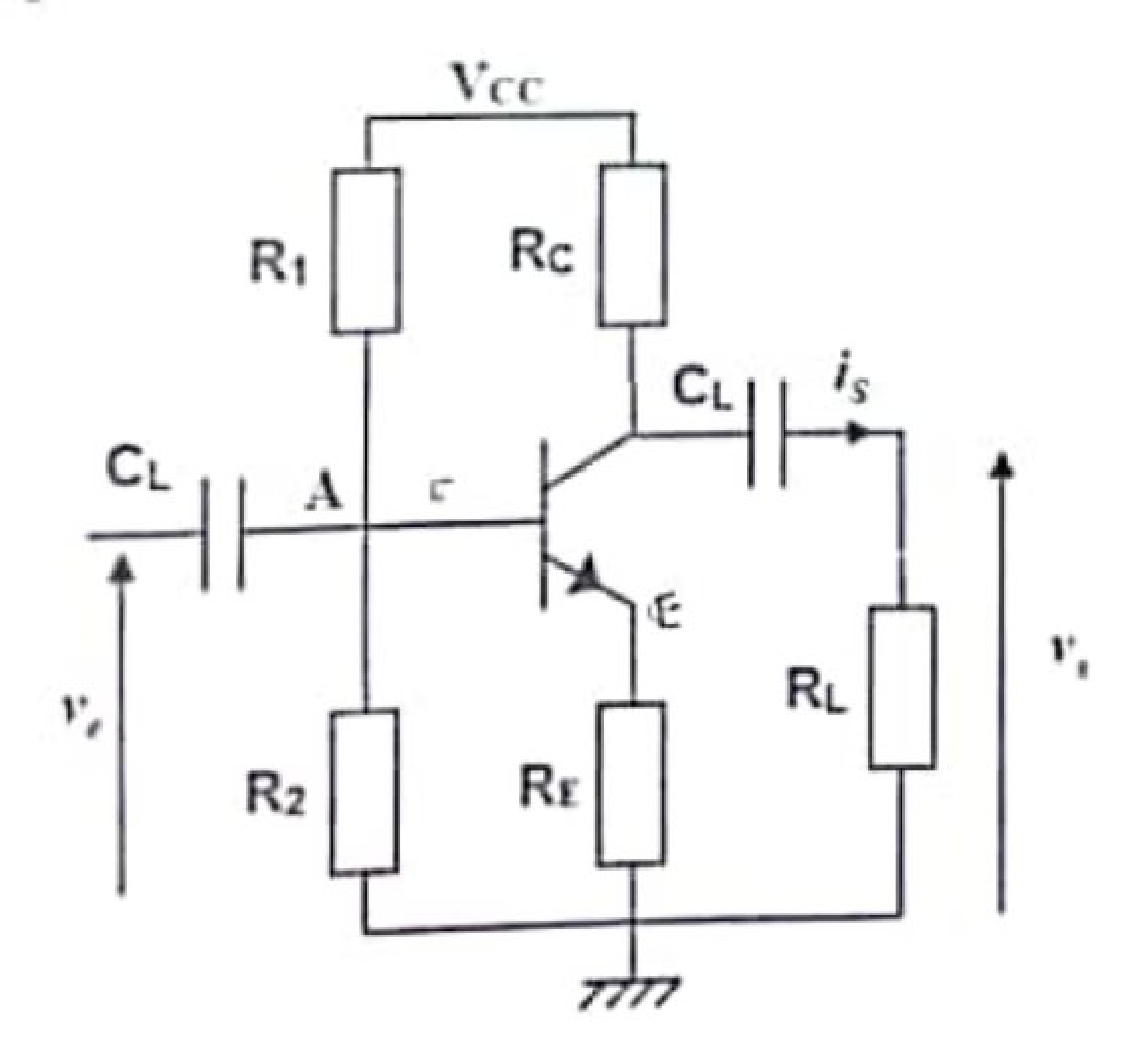
Q50	L'expression de la polarisation $\vec{P}$ du diélectrique est :
A	$\vec{P} = \varepsilon\left(1 - \frac{\varepsilon_0}{\varepsilon}\right)\vec{E}_0$
B	$\vec{P} = \frac{\varepsilon_0}{\varepsilon}\vec{E}_0$
C	$\vec{P} = \varepsilon_0\left(1 - \frac{\varepsilon_0}{\varepsilon}\right)\vec{E}_0$
D	$\vec{P} = \varepsilon_0\left(\frac{\varepsilon_0}{\varepsilon} - 1\right)\vec{E}_0$

Q51	L'expression du champ dépolarisant $\vec{E}_P$ dû aux charges de polarisation est :
A	$\vec{E}_P = \dfrac{\vec{P}}{\varepsilon_0}$
B	$\vec{E}_P = -\dfrac{1}{2\varepsilon_0}\vec{P}$
C	$\vec{E}_P = \dfrac{1}{2\varepsilon_0}\vec{P}$
D	$\vec{E}_P = -\dfrac{\vec{P}}{\varepsilon_0}$

Partie III : Electronique analogique

On considère l'amplificateur à transistor bipolaire de la figure ci-dessous utilisé en émetteur commun. L capacités de liaison C_L sont assimilées à des courts-circuits à la fréquence de travail. Le coefficient d'amplification en courant est noté β.

On pose : $R_B = \dfrac{R_1.R_2}{R_1 + R_2}$



Q52	Les expressions de I_B et V_{CE} coordonnées du point de fonctionnement du montage sont:
A	$I_B = \dfrac{\dfrac{V_{CC}R_B}{R_1} - V_{BE}}{R_B + (\beta+1)R_E}$; $V_{CE} = V_{CC} - [\beta R_C + (\beta+1)R_E] I_B$
B	$I_B = \dfrac{\dfrac{V_{CC}R_B}{R_2} - V_{BE}}{R_B + (\beta+1)R_E}$; $V_{CE} = V_{CC} - [\beta R_C + (\beta+1)R_E] I_B$
C	$I_B = \dfrac{\dfrac{V_{CC}R_B}{R_1} - V_{BE}}{R_B + (\beta+1)R_E}$; $V_{CE} = V_{CC} - \beta[R_C + R_E] I_B$
D	$I_B = \dfrac{\dfrac{V_{CC}R_1}{R_B} - V_{BE}}{R_B + (\beta+1)R_E}$; $V_{CE} = V_{CC} - \beta[R_C + R_E] I_B$

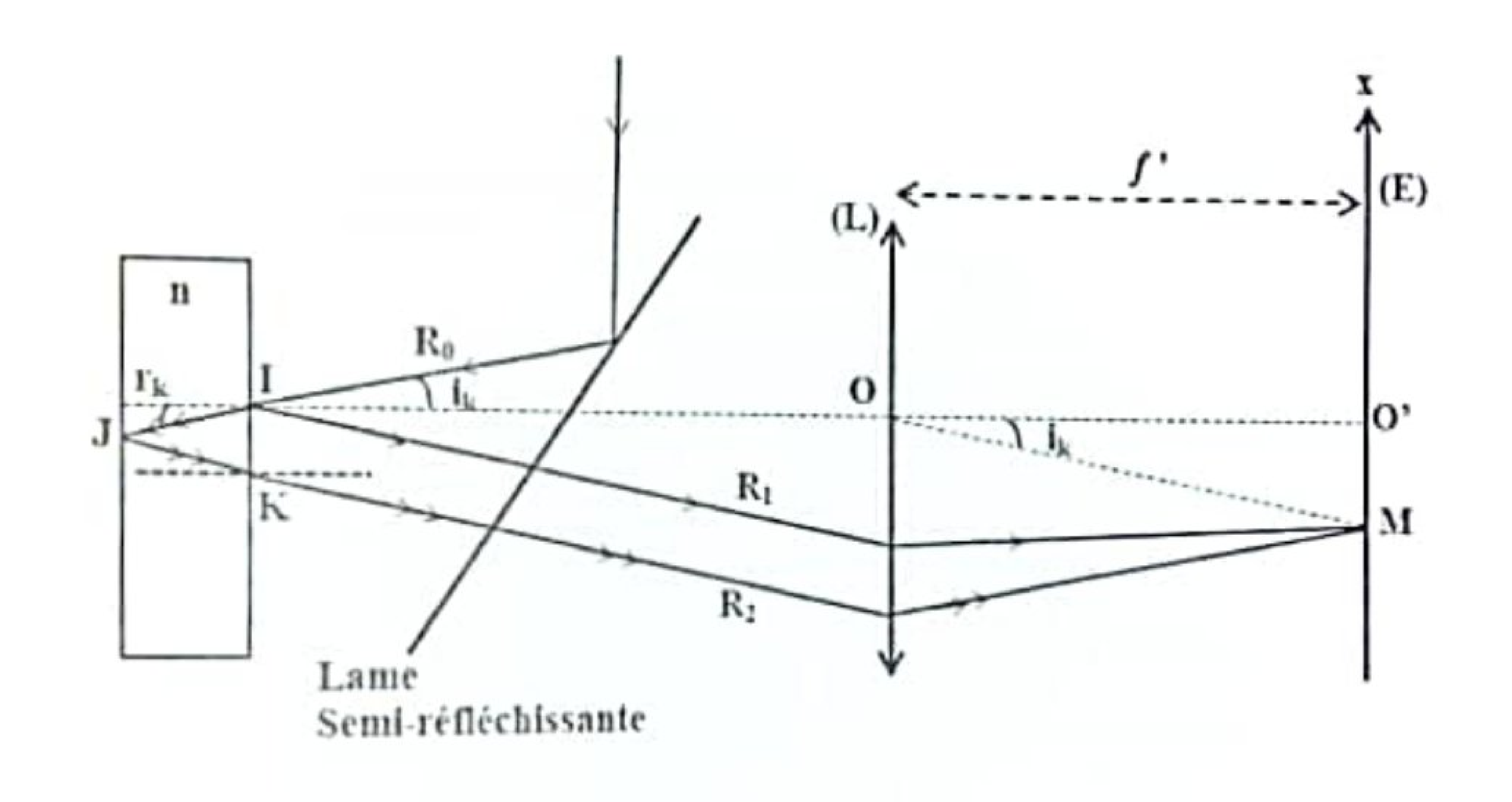
Q53	L'expression du gain en tension A_V est:
A	$A_V = -\dfrac{h_{21}R_C}{(R_C + R_L)[h_{11} + (h_{21}+1)R_E]}$
B	$A_V = -\dfrac{h_{21}R_C R_L}{(R_C + R_L)[h_{11} + h_{21}R_E]}$
C	$A_V = \dfrac{h_{21}R_C}{(R_C + R_L)[h_{11} - (h_{21}+1)R_E]}$
D	$A_V = -\dfrac{h_{21}R_C R_L}{(R_C + R_L)[h_{11} + (h_{21}+1)R_E]}$

Q54	L'expression de l'impédance de sortie Z_S en charge est:
A	$Z_S = \dfrac{R_C.R_L}{R_C + R_L}$
B	$Z_S = \dfrac{R_E.R_L}{R_E + R_L}$
C	$Z_S = \dfrac{R_C.R_L.R_E}{R_C + R_L + R_E}$
D	$Z_S = \dfrac{R_C.R_L}{R_C + R_L} + R_E$

Optique et ondes (10 points)

Partie I : Interférences lumineuses

On se propose de mesurer d'une manière précise par un procédé interférentiel l'épaisseur e d'une lame mince de verre à faces parallèles. Pour cela, on examine les franges d'interférences par réflexion produit par la lame à l'aide d'une lunette réglée pour voir un objet à l'infini. L'axe de la lunette est perpendiculaire aux faces de la lame et sa lentille a une distance focale $f' = 30\,cm$. Un faisceau cylindrique de lumière monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 0,750\,\mu m$ dans l'air, arrive en incidence proche de l'incidence normale sur la lame. Pour cette radiation l'indice du verre est $n = 1,5$.



Q55	L'expression de l'ordre d'interférence p_k de la $k^{ième}$ frange est :
A	$p_k = \frac{2ne\cos r_k}{\lambda} + \frac{1}{2}$
B	$p_k = \frac{2ne\cos r_k}{\lambda}$
C	$p_k = \frac{2e\cos r_k}{\lambda} + \frac{1}{2}$
D	$p_k = 2ne\cos r_k + \frac{\lambda}{2}$

Q56	On pose $k = p_0 - p_k$, p_0 l'ordre d'interférence au centre. En supposant le centre sombre et les angles d'incidences i_k très faibles, l'expression du rayon de la $k^{ième}$ frange sombre est:
A	$x_k = f'\sqrt{\frac{\lambda}{e}}.\sqrt{k}$
B	$x_k = f'.k.\sqrt{\frac{n\lambda}{e}}$
C	$x_k = f'\sqrt{\frac{n\lambda}{e}}.\sqrt{k}$
D	$x_k = f'\sqrt{\frac{\lambda}{ne}}.\sqrt{k}$

Q57	Le rayon de la deuxième frange sombre mesure $9mm$. La valeur de l'épaisseur e de la lame est:
A	$e = 2,9\,mm$
B	$e = 2,5\,mm$
C	$e = 1,8\,mm$
D	$e = 1,5\,mm$

Partie II : Propagation d'une onde électromagnétiques dans le vide

Une onde électromagnétique plane sinusoïdale de pulsation ω se propage dans le vide dans une direction $\vec{u}$ du plan xOy faisant un angle θ avec l'axe Ox. Le champ électrique $\vec{E}$ de cette onde plane, polarisée rectilignement suivant la direction Oz de vecteur unitaire $\vec{e}_z$ s'écrit en notation complexe au point $M(x,y,z)$ à l'instant t : $\vec{E}(M) = E_0.e^{j(\omega t - ax - by)}\vec{e}_z$

Q58	La relation qui lie a, b, ω et c s'écrit :
A	$\frac{\omega}{c} = \sqrt{a^2 + b^2}$
B	$\omega.c = \sqrt{a^2 + b^2}$
C	$\frac{\omega}{c} = a^2 + b^2$
D	$\omega.c = a^2 + b^2$

Q59 La direction de propagation de l'onde est donné par :

A	$\cos\theta = \frac{b}{\sqrt{a^2+b^2}}$; $\sin\theta = \frac{a}{\sqrt{a^2+b^2}}$
B	$\cos\theta = \frac{a}{\sqrt{a^2+b^2}}$; $\sin\theta = \frac{b}{\sqrt{a^2+b^2}}$
C	$\cos\theta = \frac{a^2}{\sqrt{a^2+b^2}}$; $\sin\theta = \frac{b^2}{\sqrt{a^2+b^2}}$
D	$\cos\theta = \frac{b^2}{\sqrt{a^2+b^2}}$; $\sin\theta = \frac{a^2}{\sqrt{a^2+b^2}}$

Q60 L'expression du vecteur champ magnétique $\vec{B}$ de l'onde est :

A	$\vec{B} = \frac{aE_0}{\omega} e^{j(\omega t-ax-by)}\vec{e}_x + \frac{bE_0}{\omega} e^{j(\omega t-ax-by)}\vec{e}_y$
B	$\vec{B} = \frac{bE_0}{\omega} e^{j(\omega t-ax-by)}\vec{e}_x + \frac{aE_0}{\omega} e^{j(\omega t-ax-by)}\vec{e}_y$
C	$\vec{B} = \frac{aE_0}{\omega} e^{j(\omega t-ax-by)}\vec{e}_x - \frac{bE_0}{\omega} e^{j(\omega t-ax-by)}\vec{e}_y$
D	$\vec{B} = \frac{bE_0}{\omega} e^{j(\omega t-ax-by)}\vec{e}_x - \frac{aE_0}{\omega} e^{j(\omega t-ax-by)}\vec{e}_y$